

**В.Н. Першаков**, канд. техн. наук, проф.,  
**Р.В. Боровский**  
**Н.Й. Врублевская**  
**А.А. Горбенко**

## ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ РАМНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

### Постановка проблемы

В 70-80 годы 20 столетия в бывшем СССР получило широкое распространение одноэтажные железобетонные рамные каркасы для промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий.

В настоящее время возникла необходимость выяснить какие изобретения и патенты разработаны за последние годы в ведущих странах. На кафедре компьютерных технологий строительства факультета аэропортов под руководством профессора Першакова В.Н. было проведено обобщение и анализ конструкций одноэтажных железобетонных рамных каркасов.

### Анализ исследований и публикаций

Железобетонные конструкции используют в различных инженерных сооружениях, которые в зависимости от конструктивной формы и назначения можно разделить на следующие виды.

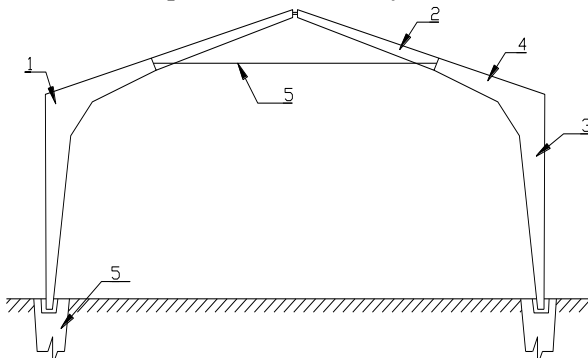


Рис. 1. Сборная железобетонная рама с затяжкой

1. Рама включает Г-образные полурамы 1 и пролетные вставки 2. Удлиненные элементы 3 полурам образуют стойки сборной рамы, а короткие элементы полурам – часть составного ригеля. Узлы соединения пролетных вставок с ригелями объединены затяжкой 5.

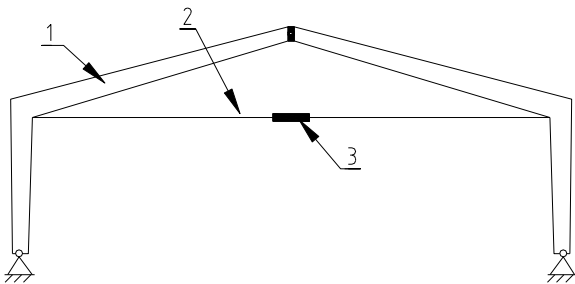


Рис. 2. Железобетонная рама с затяжкой

2. Рама, включающая две полурамы 1, соединенные при помощи затяжек 2, которая содержит муфту 3 для натяжения или расслабления стержней. Это позволяет регулировать жесткость конструкций и частоты собственных колебаний, чтоб они отличались от частот вынуждающих колебаний, возбуждаемые виброактивным оборудованием.

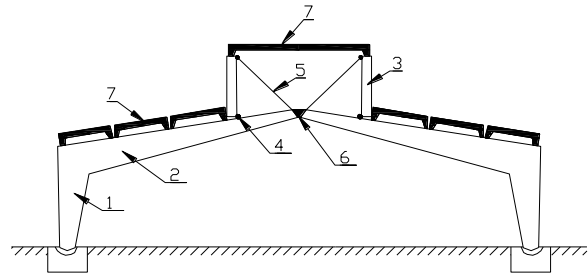


Рис. 3. Рама каркаса здания

3. Рама каркаса здания включает Г-образные полурамы 1 с наклонными ригелями 2 и стойками 3 аэрационного фонаря. Посредством шарниров 4 и 5 ригели полурам соединены с нижним торцом стоек 3 и между собой. Стойки 3 крепятся к наклонным ригелям 2 полурам наклонно или вертикально. Плиты 7 покрытия оперты на наклонные ригели 2 и на верхние торцы стоек 3.

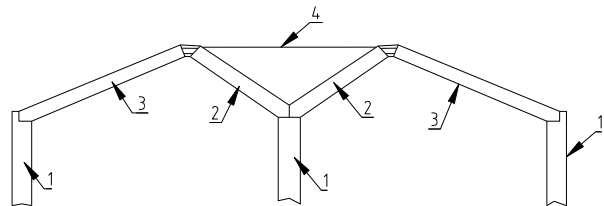


Рис. 4. Конструкция сборной рамы многопролетного здания с затяжкой

4. Ригели 2 и 3 двухпролетной секции многопролетной рамы выполнены разной длины. Короткие ригели 2 установлены на среднюю стойку 1. Коньковые узлы рамы соединены затяжкой 4.

Сборная рама многопролетного здания состоит из стоек 1, на которые оперты ригели 2 и 3. Оптимальное соотношение длин ригелей 1:2.

5. Такая же конструкция, как и в прошлом случае, только с одним существенным различием. Затяжка содержит муфту для натяжения или расслабления стержней. Сборная железобетонная конструкция такого типа хорошо подходит для использования виброактивного оборудования.

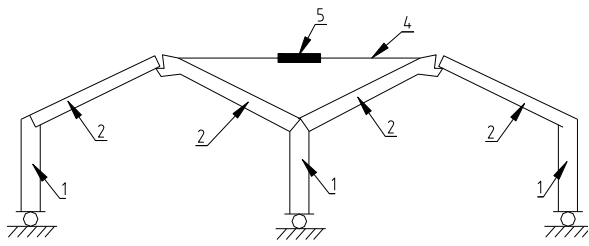


Рис. 5. Сборная рама с затяжкой

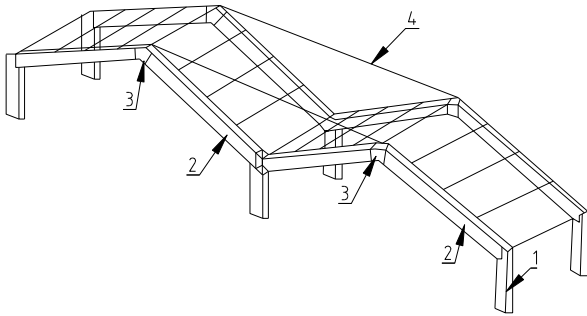


Рис. 6. Сборная рама многопролетного здания с затяжкой

6. Сборная рама многопролетного здания состоит из стоек 1, на которые оперты ригели 2. Стыки ригелей со стойками могут выполняться жесткими и шарнирными, при этом стыки стоек с фундаментами выполняются соответственно шарнирными и жесткими. Ригели 2 соединяются между собой шарнирно посредством пластин 3 на болтах. Затяжка 4 соединяет коньковые узлы. Экономический эффект достигается за счет использования типовых форм для изготовления рам большей высоты.

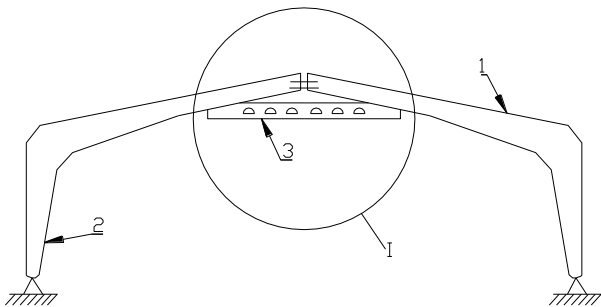


Рис. 7. Рамная железобетонная конструкция

7. Рамная конструкция состоит из двух шарнирно соединенных в коньке полурам, включающих ригели 1 и стойки 2, железобетонной решетчатой балки 3 с параллельными поясами, прикрепленной жестко к ригелю 1. Использование решетчатой балки в уровне ригеля изменяет характер

распределения моментов в раме и уменьшает их расчетные значения. Нижний армированный пояс железобетонной балки воспринимает растягивающие усилия. Расход арматуры при этом меньше по сравнению с металлической затяжкой.

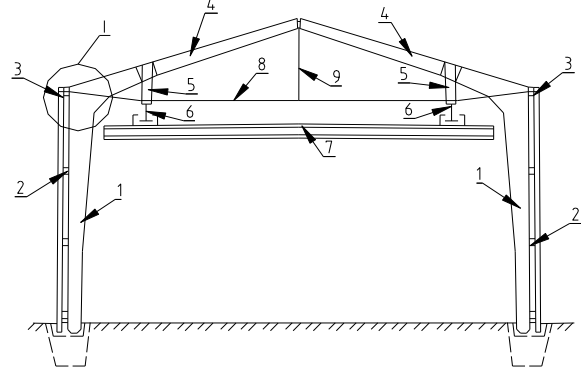


Рис. 8. Сборная железобетонная конструкция

8. Рама включает Г-образные полурамы 1, жестко соединенные с внешней стороны планками 2 с предварительно напряженными стержневыми элементами 3, изготовленными отдельно. К полурамам 1 в зоне минимальных изгибающих моментов крепятся пролетные вставки 4 и вертикальные кронштейны 5 для крепления кранового рельса 6 кран-балки 7. Предварительно напряженная затяжка 8 закрепляется в карнизных узлах рамы с переломом ее оси в скользящих опорах вертикальных кронштейнов.

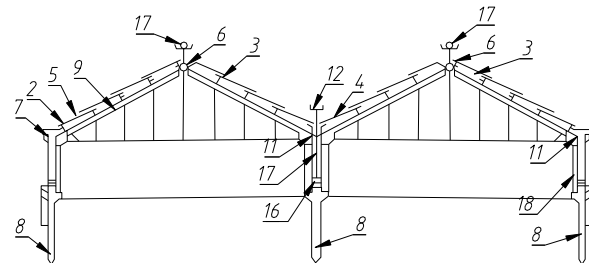


Рис. 9 Каркас несущих конструкций многопролетного здания

9. Каркас содержит сборные трехшарнирные рамы 1 с затяжкой 2, прогоны 3, водосливные лотки на кровле 4, короткие железобетонные опоры 8. Каждая рама состоит из двух сборных полурам 9, соединенных в коньке шарнирно, что облегчает и упрощает их монтаж и транспортабельность. 10. Сборная рама состоит из стоек 1, ригелей 2 и узла соединения, включающего клиновидный зазор, закладные элементы с внешней и внутренней стороны стойки и ригеля, обеспечивающие возможность поворота ригеля относительно стойки. При применении предлагаемой сборной

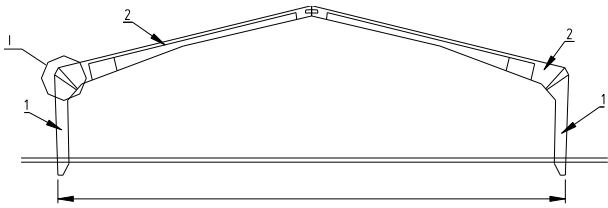


Рис. 10. Узел соединения стойки и ригеля полурамы рамы отпадает необходимость в высококвалифицированных монтажниках. Работы можно проводить при неблагоприятных погодных условиях, упрощается конструкция узла крепления, сокращается продолжительность монтажа.

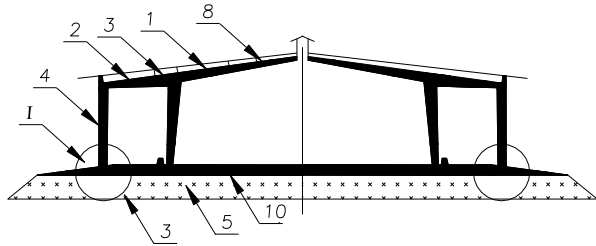


Рис. 11. Рамная конструкция здания  
11. Здание включает трехшарнирную раму из двух полурам 1 с уравнивающими консолями 2, покрытие 3 и стеновые панели 4. Полурамы 1 оперты на фундаменты 5. Стеновые панели 4 подвешены к консолям 2. Здание снабжено крупноразмерными плитами пола 6, расположенных в крайних пролетах и подвешенных к стеновым панелям 4. Стеновые панели 4, соединенные с полурамами и плитами пола 6, образуют замкнутую систему, обеспечивая устойчивость рамы.

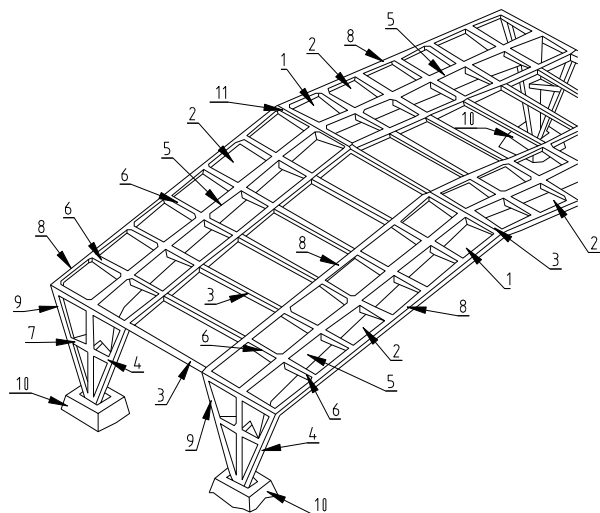


Рис. 12. Каркас сельскохозяйственного здания  
12. Каркас сельскохозяйственного здания, включающий трехшарнирные рамы 1, выполненные из Г-образных полурам 2 и соединенные между

собой распорками 3. Стойки 4 и ригели 5 полурам 2 снабжены поперечными консольными ребрами 6 и 7 и контурными продольными ребрами 8 и 9, которые образуют пространственную конструкцию рамы. Рама 1 оперта на фундамент 10. Конструктивное решение стенового ограждения может варьироваться.

Эти конструкции имеют разные преимущества. Все изобретения направлены на снижение материало- и трудоемкости, затрат при транспортировке, повышения стойкости и надежности рам здания. Железобетонная рама также защищена от огня. Бетон практически не горючий материал и имеет низкий уровень теплопередачи, что делает его эффективной преградой на пути распространения огня.

### Выводы

Конструкция должна быть не только наиболее дешевой, но иметь ряд преимуществ. Это может быть стоимость, скорость строительства, прочность, экологическая безопасность, просторность.

Бетон – один из наиболее универсальных, прочных и экономичных строительных материалов. Бетон имеет ряд конструктивных свойств: термоэффективность, огнестойкость, акустические и вибрационные качества, прочность, низкие трудозатраты. Всё это делает его наилучшим решением для многих задач.

Рамные железобетонные конструкции изменились за последние двадцать лет и продолжают развиваться. Последние поднятия цен на железобетон и сталь увеличили стоимость рам, но разница между ценой на железобетон и сталь осталась несущественной. Любая альтернатива стальным рамам должна быть соотносительна с ценой и предлагать лучшее архитектурное решение для дизайнеров, конструктивно хорошо взаимодействовать с не бетонными элементами. Вдобавок, конструктивное решение должно иметь доступные ресурсы и компоненты для специалистов. Со всеми своими преимуществами удивительно, почему использование железобетонных рам для промышленных зданий не очень распространено. Одна из главных причин инерция. Продолжительность роста цен на металл и развитие новых возможностей применения бетона должны преодолеть этот зазор. В будущем новые технологии в промышленных железобе-

тонных рамах смогут составить достойную конкуренцию «тонким зданиям».

**Список литературы:**

1. Першаков В.М. «Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам»: Монографія.-К: Книжкове видавництво НАУ, 2007-301с.
2. Офіційний патентний бюлетень України «Промислова власність» 1993-2007рр.
3. Официальный патентный бюлетень России (СССР) «Изобретения. Полезные модели» 1993, 1994, 1996; 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007рр.
4. Официальный патентный бюлетень Евроазиатского патентного ведомства 1998-2006рр.
5. Реферативная база данных российских изобретений (RUABRU) Роспатент 1994-2007рр.
6. Спеціальна база даних “Винаходи в Україні” 1993-2007рр.
7. Патентная база данных «WORDWIDE» системы Esp@cenet.
8. Патентная база данных EAPATIS Евроазиатского патентного ведомства 1998-2006рр.